

Japanese Kokai Patent Application No. Sho 62[1987]-89864

① AK

Code: 598-70838  
Ref. No.: 3600.3290

JAPANESE PATENT OFFICE  
PATENT JOURNAL  
KOKAI PATENT APPLICATION NO. SHO 62[1987]-89864

Int. Cl. <sup>4</sup> :	C 23 C 14/36 H 01 L 21/203 21/285 21/31
Sequence Nos. for Office Use:	6554-4K 7739-5F Z-7638-5F 6708-5F
Application No.:	Sho 61[1986]-152502
Application Date:	June 27, 1986
Publication Date:	April 24, 1987
Priority	
No.:	Sho 60[1985]-140869
Date:	June 27, 1985
Country:	Japan (JP)
No. of Inventions:	1 (Total of 4 pages)
Examination Request:	Not requested

MAGNETRON SPUTTERING DEVICE

Inventors:	Masahide Yokoyama Matsushita Electric Industrial Co., Ltd. 1006 Oazakadoma, Kadoma-shi, Osaka-fu
------------	--

Tanejiro Ikeda  
Matsushita Electric Industrial Co.,  
Ltd.  
1006 Oazakadoma, Kadoma-shi,  
Osaka-fu

Applicant:

Matsushita Electric Industrial Co.,  
Ltd.  
1006 Oazakadoma, Kadoma-shi,  
Osaka-fu

Agents:

Toshio Nakao, patent attorney, and  
1 other

[There are no amendments to this patent.]

### Claim

Magnetron sputtering device characterized by the following facts: at least one magnetron type cathode and at least one substrate are arranged in a vacuum chamber; two or more magnet pairs, each of which has a magnet S pole (or N pole) with a fan-shaped, triangular, or trapezoidal cross section arranged [at the center] and an N pole (or S pole) arranged equidistant around the periphery of said S pole (or N pole), are arranged in at least one cathode at equal intervals on a circle that is concentric with the central axis of a target; and the magnet pairs can rotate around the central axis of the target.

### Detailed explanation of the invention

#### Industrial application field

The present invention pertains to a type of magnetron sputtering device.

#### Prior art

Japanese Kokoku Patent No. Sho 53[1978]-19319 disclosed a conventional magnetron sputtering device. Figure 5 shows the cathode part of this magnetron sputtering device.

In this figure, (1) represents a cathode main body in which magnet pair (3) and yoke (2) are fixed; (4) represents a backing plate on which target (5) is fixed; and (6) represents a pipe in which cooling water flows in order to cool off said magnet pair (3) and target (5).

In the following, the operation of the aforementioned device will be explained. First, chamber (8) is evacuated to a vacuum degree of about  $10^{-6}$  torr with a rotary pump, oil diffusion pump, etc. Then, Ar gas is fed into the chamber to raise the pressure to about  $5 \times 10^{-3}$  torr. A DC or RF voltage is applied to cathode main body (1) from a power supply. In this way, a plasma is

generated in chamber (11). As a result, Ar ions are generated. Also, a portion (10) with a high plasma density is generated by the magnetic field (9) of magnet pair (3), and the amount of Ar ions that collide with target (5) is increased. The particles are emitted mainly from the aforementioned portion and are deposited on substrate (7). Subsequently, target (5) is reduced as shown in Figure 5.

Figure 6 shows the distribution of the film thickness in a case where the target has a size of 6 in and the distance between the target and the substrate is 60 mm for the aforementioned device. As can be seen from the figure, the region having a [film thickness] distribution within  $\pm 10\%$  that can be used as a normal substrate has a diameter of 82 mm. In this case, the size of the target is 6 in.

#### Problems to be solved by the invention

As described above, the distribution of the film thickness within  $\pm 10\%$  is obtained only in a portion that is about half as large as the target. As a result, the number of elements that can be arranged on the substrate is reduced. Consequently, mass production becomes difficult if the number of elements is not increased.

The purpose of the present invention is to improve the distribution of the film thickness by modifying the magnets installed in the cathode.

#### Means to solve the problems

In order to realize the aforementioned purpose, the present invention provides a magnetron sputtering device characterized by the following facts: two or more magnet pairs, each of which has a magnet S pole (or N pole) with a fan-shaped, triangular, or trapezoidal cross section arranged at the center and an N pole (or S pole) arranged equidistant around the periphery of said S pole (or N pole), are arranged on a yoke in a cathode at equal intervals on a circle that is concentric with the central axis of a target; and the magnet pairs can rotate around the central axis of the target.

#### Function

The functions of this technical means will be explained in the following. Since a region on a target with a high plasma density can be formed between the N pole and S pole of a magnet pair, the particles of the target can be emitted out from that region. When a magnet pair is set at a position that is away from the central axis of the target and toward the periphery, the region with a large film thickness is shifted from the central axis of the target toward the periphery. Also, when the magnet is rotated, a region with a large film thickness can be formed in the shape of a circle that is concentric with the central axis of the target.

Since the region with a small film thickness overlaps on the substrate that is set right above the center of the target, the film thickness in this region will, in fact, be larger than that of the region that is believed to have the largest thickness in the distribution of the film thickness. In this case, however, the distribution of film thickness is obviously better than that produced by the conventional method.

When the number of eccentric magnet pairs is increased, the overlapping ratio of the region with a small film thickness at the center of the target is smaller than the overlapping ratio of the region that is assumed to be thick compared with the case in which only one magnet pair is used. Consequently, the distribution of the film thickness is better than that in the case when only one magnet pair is positioned off center and rotated.

#### Application example

In the following, the magnetron sputtering device disclosed in an application example of the present will be explained with reference to figures.

Figure 1 shows the cathode part disclosed in an application example of the present invention. In Figure 1(a), (21) represents a cathode main body in which magnet pairs (23) and yoke (22) are fixed; (24) represents a backing plate on which target (25) is fixed; and (26) represents a pipe in which cooling water flows in order to cool off said magnet pairs (23) and target (25). Figure 1(b) is a top view of magnet pairs (23) and yoke (22). As can be seen from this diagram, magnet pairs (23) are arranged at equal intervals on a concentric circle with the same pitch with respect to the central axis of target (25).

In the following, the functions of a cathode with the aforementioned configuration will be explained with reference to Figures 3 and 4.

In the case when two magnet pairs (23) are arranged below target (25), the distribution of the film thickness obtained by magnet pair (12) is shown by (15), and the distribution of the film thickness obtained by magnet pair (13) is shown by (14). The distribution obtained by overlapping the aforementioned two distributions is shown by (16). (17) represents the distribution when a magnet pair is arranged concentric with the target, that is, when the magnet pair is not positioned off center. The distribution obtained when two magnet pairs are positioned off center is better than that obtained when one centered magnet pair is used because of the interaction between the two different distributions of film thickness. Figure 4 shows the relationship between the number of magnet pairs and the region where a distribution of the film thickness with  $\pm 10\%$  can be obtained when the number of magnet pairs is increased. The vacuum degree is  $5 \times 10^{-3}$  torr, the distance between the substrate and the target is 60 mm, and the eccentricity of the magnet pair is 50 mm.

As can be seen from Figure 4, compared with the case when the magnet pair is not positioned off center, the region with a distribution of film thickness within  $\pm 10\%$  increases as the number of eccentric magnet pairs is increased. When 5 magnet pairs are used, the aforementioned region is increased by about 75% compared with that in case A when only one centered magnet pair is used. This effect is realized by the fact that fan-shaped magnet pairs are arranged at equal intervals on a concentric circle. The data in the case when circular magnet pairs are arranged as shown in Figure 2 is indicated by point B in Figure 4. It can be seen that the fan-shaped magnet pairs can realize a better distribution of film thickness than the circular magnet pairs.

As explained above, according to the present application example, when 5 fan-shaped eccentric magnet pairs are arranged at equal intervals on a circle that is concentric with the central axis of the target, the distribution of the film thickness can be improved by about 75%.

Although 5 magnet pairs are used in the present application example, the same effect can be realized as long as two or more magnet pairs are used. Also, either the N pole or the S pole can be arranged at the center. The magnet pair can also be shaped like a triangle or a trapezoid with the acute angle facing the center of the target.

#### Effect of the invention

As explained above, when two or more magnet pairs in the cathode part are positioned away from the center of a target and toward the periphery, the distribution of the film thickness can be improved. Also, if the magnet pairs are rotated around the central axis of the target, the efficiency of the target use can also be improved. In addition, since plural magnet pairs are used, the film forming rate is higher than that in the case when only one magnet pair is used.

#### Brief description of the figures

Figure 1(a) is a cross-sectional view illustrating the cathode part in a magnetron sputtering device disclosed in an application example of the present invention. Figure 1(b) is a top view illustrating the part of the magnet pairs shown in Figure 1(a). Figure 2 is a diagram illustrating a comparison example of using circular magnet pairs. Figure 3 is a diagram explaining the mechanism for improving the distribution of the film thickness. Figure 4 is a diagram illustrating the distribution of the film thickness when the number of the eccentric magnet pairs is changed. Figure 5 is a cross-sectional view illustrating a conventional example. Figure 6 is a diagram illustrating the distribution of the film thickness in the conventional example.

- 21 Cathode main body
- 22 Yoke
- 23 Magnet pair
- 24 Backing plate
- 25 Target
- 26 Cooling water pipe

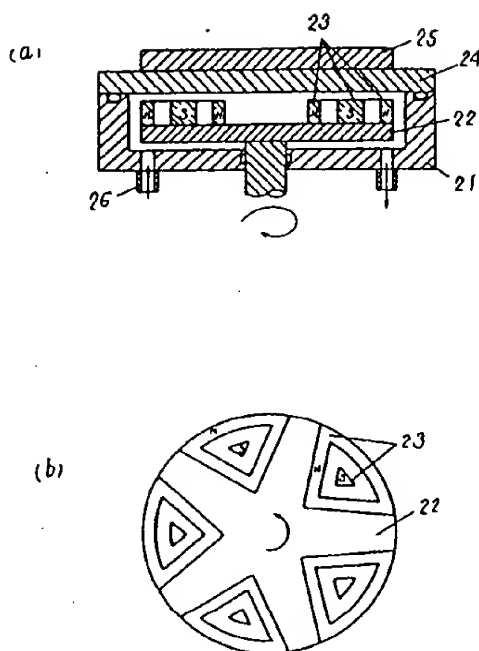


Figure 1

- Key:
- 21 Cathode main body
  - 22 Yoke
  - 23 Magnet pair
  - 24 Backing plate
  - 25 Target
  - 26 Cooling water pipe

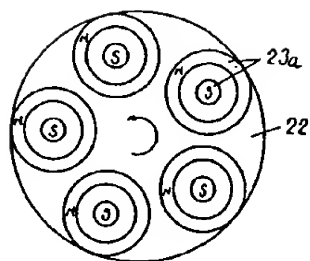


Figure 2

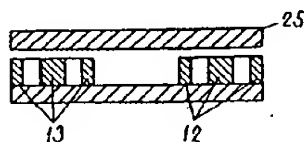
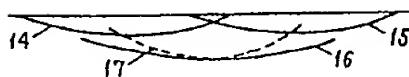


Figure 3

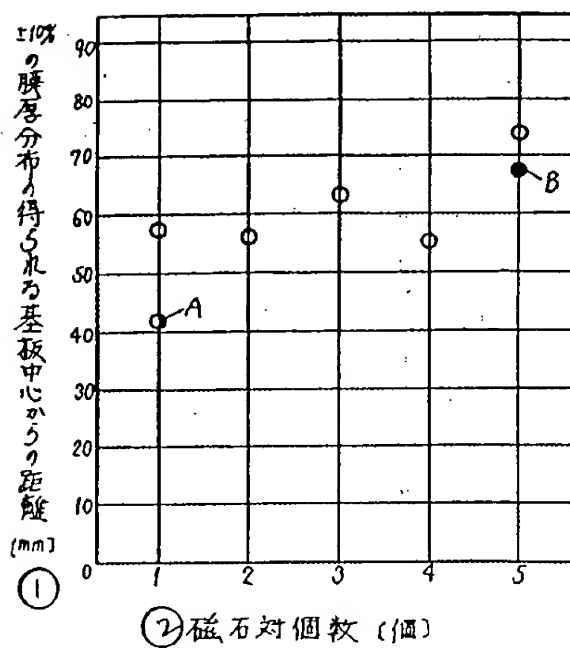


Figure 4



- Key: 1 Distance from the center of the substrate within which a distribution of the film thickness within  $\pm 10\%$  can be obtained (mm)
- 2 Number of magnet pairs (number)

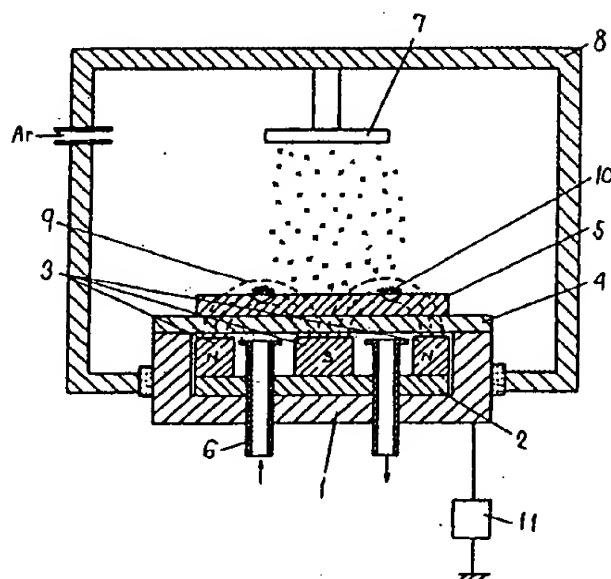


Figure 5

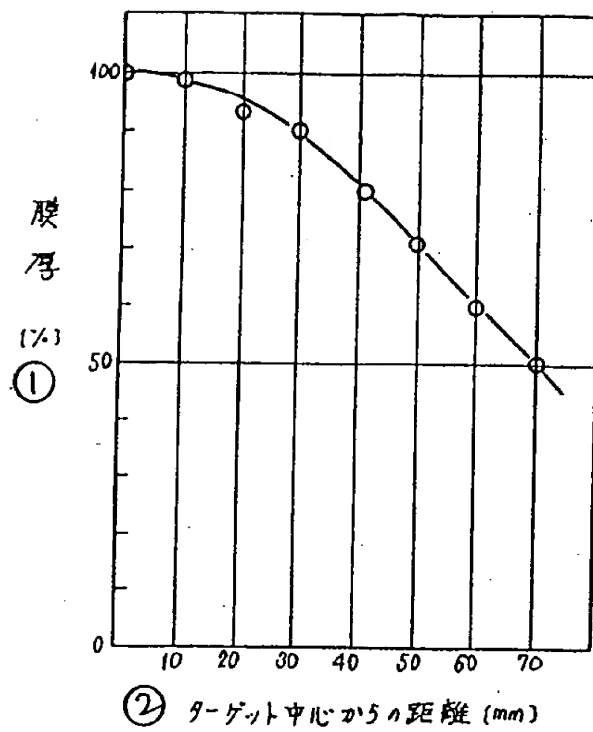


Figure 6

Key: 1 Film thickness (%)  
2 Distance from the center of the target (mm)

①

JP362089864A

L29: 51 of 74

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve the utilizing efficiency of a target, film thickness distribution and film forming speed by mounting plural pieces of magnet pairs of a cathode part eccentrically from the center of the target toward the outside peripheral direction.

CONSTITUTION: The **magnetron** type cathode and substrate are provided in a vacuum chamber. The plural magnet pairs 23 are disposed at equal intervals to the cathode 21 on the same pitch circumference concentrical with the central axis of the target 25. The magnet pairs 23 are magnet S poles (or N pole) having a sectorial, **triangular** or trapezoidal sectional shape and the N poles (or S poles) disposed at equal intervals on the outside periphery thereof. The magnets are rotated around the target 25.

COPYRIGHT: (C)1987,JPO&Japio

=> d 51 cit

51. JP362089864A , Apr. 24, 1987, **MAGNETRON SPUTTERING DEVICE**;  
YOKOYAMA, MASAHIDE, et al.,  
INT-CL: C23C14/36; H01L21/203; H01L21/285; H01L21/31

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭62-89864

⑬ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)4月24日

C 23 C 14/36  
H 01 L 21/203  
21/285  
21/31

6554-4K  
7739-5F  
Z-7638-5F  
6708-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 マグネトロンスパッタ装置

⑯ 特 願 昭61-152502

⑰ 出 願 昭61(1986)6月27日

優先権主張 ⑱ 昭60(1985)6月27日 ⑲ 日本(JP) ⑳ 特願 昭60-140869

㉑ 発 明 者 横 山 政 秀 門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
㉒ 発 明 者 池 田 種 次 郎 門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
㉓ 出 願 人 松下電器産業株式会社 門真市大字門真1006番地  
㉔ 代 理 人 弁理士 中尾 敏男 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

マグネトロンスパッタ装置

## 2. 特許請求の範囲

真空チャンパー内に少なくとも1個のマグネ  
ロン型陰極と、少なくとも1個の基板を設け、か  
つ少なくとも1個のカソードに、横断面が扇形、  
三角形もしくは台形の磁石S極(もしくはN極)  
と、その外周へ等間隔にN極(もしくはS極)を  
配置させた磁石対を2個以上ターゲット中心軸と  
同心の同一ピッチ円周上に等間隔に配置し、かつ  
ターゲット中心を軸として回転可能としたことを  
特徴とするマグネトロンスパッタ装置。

## 3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明はマグネトロンスパッタ装置に関するも  
のである。

従来技術

従来、マグネトロンスパッタ装置のカソード部  
分は、例えば特公昭63-19319号公報に示

されているように、第6図のようになっていた。

図において、1は磁石対3、ヨーク2を固定す  
るカソード本体、4はターゲット5を固定するバ  
ッキングプレート、6は磁石対3及びターゲット  
5を冷却するための冷却水の管である。

以下、上記装置の動作について説明すると、ま  
ずチャンパー8内をロータリーポンプ、油拡散ポ  
ンプ等により $1 \times 10^{-6}$  Torr程度の真空度まで排気する。  
その後Arガスを導入して $5 \times 10^{-5}$  Torr程度に  
設定し、カソード本体1へ、電源11により、DC  
又はRFで電圧を印加する。それにより、チャン  
パー11内にプラズマが発生する。そのためAr  
イオンが発生する。また、磁石対3の磁界9によ  
り、プラズマ密度の高い部分10が発生し、Ar  
イオンのターゲット5への衝突量が増加する。そ  
して、主にその部分から粒子が飛散し、基板7へ  
堆積する。その後ターゲット5は第6図に示すよ  
うに削られていく。

上記装置において、ターゲットの大きさが6イ  
ンチの場合の膜厚分布は、ターゲット-基板間の

距離が60mmの場合第8図のようになる。従って、通常の基板で使用される±10%以内の分布の得られる範囲は、直径82mm以内となる。この時ターゲットは8インチである。

#### 発明が解決しようとする問題点

上記のように、ターゲットの大きさの約半分の大きさの部分でしか±10%以内の膜厚分布は得られないという状況にある。そのため、基板上での取れる品物の個数が少なくなり、結局装置の台数を増加させなければ、量産化はむずかしくなってくる。

そこで、本発明はカソード内部へ装着している磁石に工夫を施すことにより、膜厚分布を良くしようとするものである。

#### 問題点を解決するための手段

上記問題点を解決するために、本発明のマグネトロンスパッタ装置は、カソード内のヨーク上に、横断面が扇形、三角形、台形の磁石S極（もしくはN極）を中心にして、その回りに、等間隔になるようにN極（もしくはS極）を配置させた磁石

とにより、ターゲット中心での膜厚分布の薄い部分の重ね合わせの割合は、膜厚の厚いと予想される部分の重ね合わせの割合よりも磁石対1個の場合に比べ小さくなる。そのため、磁石対1個の偏心回転の場合に比べ膜厚分布が良くなる。

#### 実施例

以下本発明の一実施例のマグネトロンスパッタ装置について、図面を参照しながら説明する。

第1図は本発明の一実施例におけるカソード部を示すものである。第1図aにおいて、21は磁石対23、ヨーク22を固定するカソード本体、24はターゲット25を固定するバックングプレート、26は磁石対23及びターゲット25を冷却するための冷却水の管である。第1図bは、磁石対23とヨーク22の部分を上から見た図である。このように、磁石対23はターゲット25の中心軸に対して同心の同一ピッチ円周上に等間隔に配置されている。

以上のように構成されたカソードについて、以下第3図、第4図をもとにしてその作用を説明す

対を2個以上ターゲット中心を軸にして同心円状に等間隔に偏心させ、かつターゲット中心軸を中心に回転させるようにしたものである。

#### 作用

この技術手段による作用は、次のようになる。すなわち、ターゲット上で磁石対のN極とS極の間でプラズマ密度の高い部分ができるため、その部分からターゲット粒子が飛び出すことになる。その1個の磁石対がターゲット中心軸から外周方向へ偏心した位置に設けられていることにより、その膜厚の厚い部分がターゲット中心軸から外周方向へずれていく。また、その磁石が回転していることにより、ターゲット中心軸と同心の円周状に膜厚の厚い部分ができる。

なお、ターゲット中心の真上にある基板においては、膜厚の薄い部分が重ね合わさるために、実際に膜厚分布が一番大きいと考えられる部分よりも膜厚は厚くなる。しかし、従来のものに比較すれば膜厚分布は明らかに良くなる。

また、偏心させた磁石対の個数を増加させるこ

る。

ターゲット25の下に磁石対23が2つ装着されている場合を考えると、磁石対12によって得られる膜厚分布が15、磁石対13によって得られる膜厚分布が14、それらを重ね合わせた分布が16である。17は磁石対がターゲットと同心に配された場合、すなわち偏心していない場合の分布である。このように、2個の磁石対を偏心させた時の分布は、1個を偏心させない場合よりも、それぞれの膜厚分布の相互作用により良好となる。この磁石対の個数を増加させていた場合の±10%以内の膜厚分布の得られる領域と磁石対の個数の関係を示したのが第4図である。なお真空度は $5 \times 10^{-3}$  Torr、基板ターゲット間距離60mm、磁石対偏心量50mmとした。

第4図から明らかなように、磁石対を偏心させない場合に比べ、偏心させた磁石対の個数を増加させるにつれて、膜厚分布の±10%以内の領域が増加している。磁石対6個の場合は、偏心させない磁石対1個の場合Aの約76%増となる。こ

れは、同心円状に等間隔に扇形の磁石対を配置することにより得られた。第2図のような円形の磁石対の場合のデータは第4図のB点である。このように、円形のものよりも膜厚分布は良好となる。

以上のように、本実施例によれば、偏心させた扇形の磁石対を6個カソードへ、ターゲット中心軸と同心の同一ピッチ円周上に等間隔に装着することにより、膜厚分布を約76%良くすることができた。

なお、本実施例において磁石対は6個としたが、2個以上であれば同様の効果を奏することが可能である。また、N極とS極はどちらが中心にあっても良く、磁石対の形状は、鋭角をターゲット中心へ向けた三角形もしくは台形としても良い。

#### 発明の効果

以上のように本発明は、カソード部の磁石対をターゲット中心から外周方向へ偏心させて、2個以上装着することにより、膜厚分布を良くすることができる。また、その磁石対をターゲット中心軸を中心として回転させれば、ターゲットの利用

効率も上がる。また、複数個の磁石を設置しているために、1個の場合よりも膜付速度が上昇する。

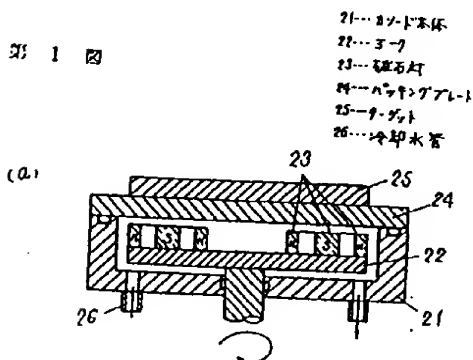
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図aは本発明の一実施例におけるマグネトロンスパッタ装置のカソード部の断面図、第1図bは第1図aの磁石対の部分を取り出して上から見た図、第2図は比較のため円形の磁石対を用いた場合の例を示す図、第3図は膜厚分布の良くなる機構の説明図、第4図は偏心させた磁石対の個数の違いによる膜厚分布図、第5図は従来例を示す断面図、第6図は従来例の膜厚分布図である。

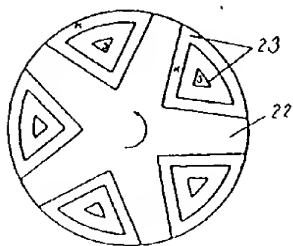
21……カソード本体、22……ヨーク、23……磁石対、24……パッキングプレート、25……ターゲット、26……冷却水管。

代理人の氏名 弁理士 中尾 敏 男 ほか1名

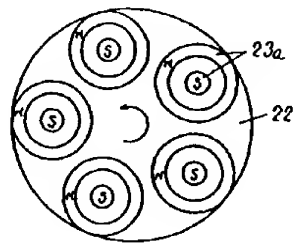
第1図



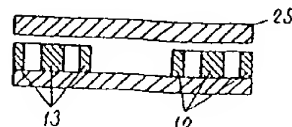
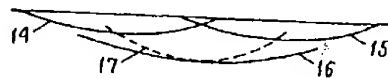
(b)



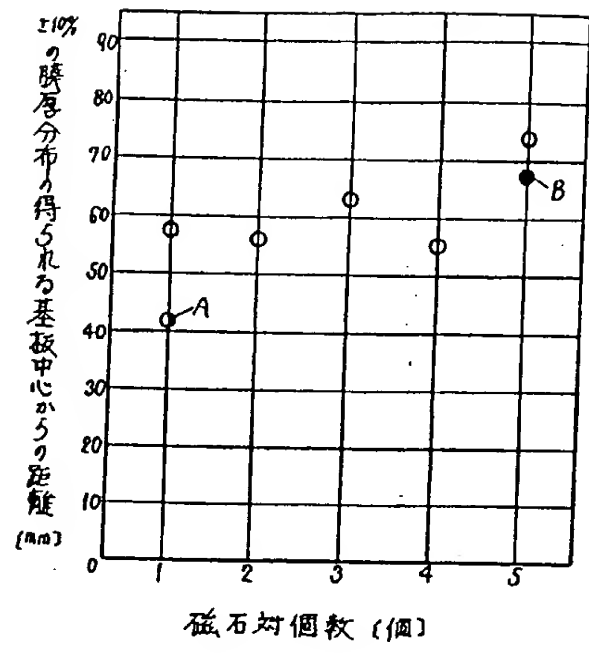
第2図



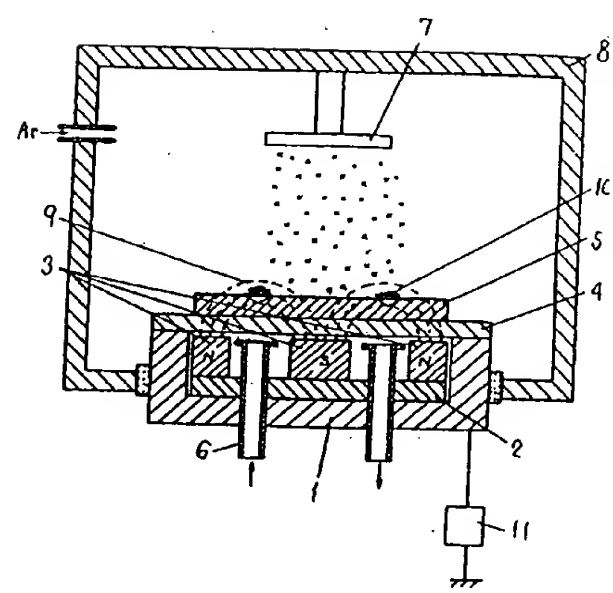
第3図



第 4 図



第 5 図



第 6 図

